

塩基度が異なる高炉スラグ微粉末配合モルタルの耐久性に関する基礎的研究

東海大学大学院 学生会員 ○下郷 功雄
 JFE スチール株式会社 正会員 田 恵太
 JFE スチール株式会社 正会員 松永 久宏
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

RC 構造物に塩化物イオンが浸透すると、腐食膨張によるひび割れを引き起こし、構造物の性能を低下させる塩害劣化が問題となっている。このため構造物の構成材料であるコンクリートに対しては、高い塩害抵抗性が求められている。高炉スラグ微粉末(BFS)を使用した場合、普通ポルトランドセメントと比べて硬化体が緻密¹⁾となり、さらに塩化物イオンの固定化能力も高いことが知られている²⁾。BFSは鉄の副産物として生成されるが鉄の各種原料や高炉の違いによって産出される高炉スラグの品質も異なることが知られている。そこで本研究では、実験室で再溶解して作製した BFS と、さらに再溶解して塩基度を上げて製造した BFS を用いて、モルタルの強度、遮塩性、塩化物イオン固定化性能に与える影響を調査することを目的とした。

表-1 Materials used

Symbol	Type	Density (g/cm ³)
C	Ordinary Portland cement	3.16
S	River sand	2.69
BFS (N)	Blast furnace slag fine powder ① 4000 Blaine	2.90
BFS (X)	Blast furnace slag fine powder ② 4000 Blaine	
BFS (Y)	Blast furnace slag fine powder ③ 4000 Blaine	
BFS (Z)	Blast furnace slag fine powder ④ 4000 Blaine	

2. 試験概要

2.1 使用材料及び配合

使用材料表を表-1、配合表を表-2、成分表を表-3 にそれぞれ示す。BFS(N)は市販品の高炉スラグ微粉末、BFS(X),(Y),(Z)は水砕スラグを微粉砕して作製した微粉末。高炉で製造された水砕スラグから BFS(X)をその水砕スラグをラボで再溶解後、水砕した水砕スラグから BFS(Y),(Z)を作製した。BFS(Z)は再溶解時に塩基度を高めている。

表-2 Mix proportions

No.	W/B	S/C	Unit weight(kg/m ³)							
			W	S	C	BFS (N)	BFS (X)	BFS (Y)	BFS (Z)	
1	50%	2	321	1282	353	288				
2							288			
3								288		
4									288	

2.2 練混ぜ・養生方法

練混ぜは JIS R 5201 に準拠して行った。養生条件は、水中養生、気中養生の2水準とした。水中養生は型枠から脱型したのち、材齢 28 日まで水槽にて養生、蒸気養生は前置 1.5h、昇温 20°C/h、60°C 2h 保持、下降 10°C/h とし、その後材齢 28 日まで 20°C 一定の環境下で気中養生を行った。

2.3 強度試験(圧縮強度)

圧縮試験は JIS R 5201 に準拠して行った。供試体は φ50×100mm の型枠で作製した。圧縮強度は蒸気養生は 1,7,14,28 日、水中養生は 7,14,28 日、それぞれの材齢で圧縮強度を測定した。

2.4 急速塩分浸透性試験(RCPT)

モルタルの塩化物イオン実効拡散係数は土木学会基準「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G571-2003)」に準拠して測定した。供試体の形状は直径 100mm、厚さ 50mm の円柱とした。

2.5 海水模擬浸漬試験

上記の RCPT では固定化塩化物イオンが判断できないため、供試体をあらかじめ微粉砕させ海水を模擬した 3%の塩水に浸漬し、塩水濃度の低下量が固定化塩化物イオンの生成量に直結すると仮定して、BFS の違いがモルタルの固定化性能に与える影響について検討する。測定はイオンクロマトグラフィーを使用した。

キーワード 高炉スラグ微粉末、圧縮強度、遮塩性、固定化性能、塩基度

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学湘南校舎 TEL : 0463-58-1211 E-mail : njhthstu.47@gmail.com

表-3 Composition and B3(Basicity) of BFS

	CaO (%)	SiO ₂ (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	B3 (%)
BFS(N)	42.45	33.65	6.31	14.89	1.89
BFS(X)	42.40	34.30	7.17	14.00	1.85
BFS(Y)	42.40	34.30	7.17	14.00	1.85
BFS(Z)	42.50	31.90	7.60	14.40	2.02

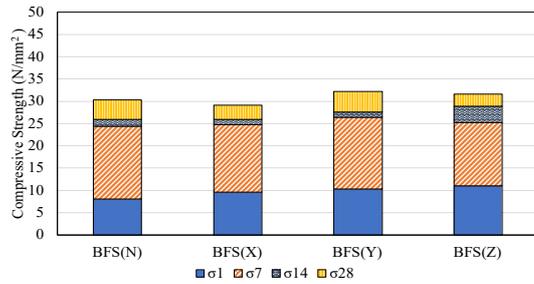


図-1 Compressive Strength (Steam Cured)

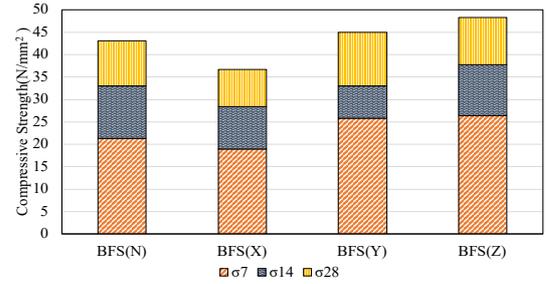


図-2 Compressive Strength (Water Cured)

3. 結果及び考察

3.1 圧縮強度

図-1 に蒸気養生品の圧縮強度, 図-2 に水中養生品の圧縮強度を示す. 蒸気養生品だとすべての BFS の差が見られなかった. 水中養生の場合, BFS(N)に比べて, BFS(Y),(Z)の強度が高くなった.

3.2 実効拡散係数

図-3 に蒸気養生, 水中養生した供試体の実効拡散係数を示す. BFS(Z)は実効拡散係数が小さくなり塩化物イオンの浸透を抑制していることがわかる. また BFS(Z)は実効拡散係数が小さくなる傾向にみられた. 水中養生品に比べて蒸気養生品は組織が粗大化することから遮塩性が低下することが確認された.

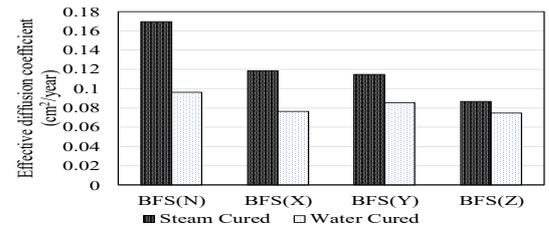


図-3 Effective diffusion coefficient

3.3 塩化物イオン濃度

図-4 に蒸気養生品, 図-5 に水中養生品を浸漬させた溶液の塩化物イオン濃度を示す. どちらの養生も BFS(Z)を浸漬させたものは塩化物イオン濃度が少なくなっている傾向がみられた. また, 水中養生品の方が濃度が低い傾向にみられることが確認された.

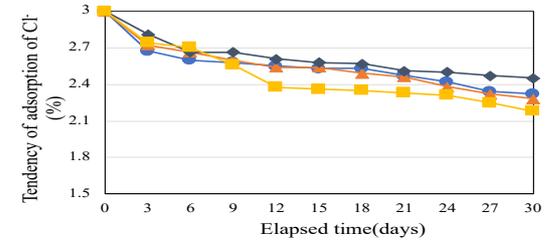


図-4 Tendency of adsorption of Cl⁻ (Steam Cured)

4. まとめ

簡易的な評価表を表-4 に示す. 塩基度の異なる高炉スラグ微粉末配合モルタルの耐久性に関する基礎的研究について以下の知見を得た.

- (1) 塩基度は強度, 実効拡散係数, 固定化性能にも影響することがわかった.
- (2) 塩基度を高めることで塩化物イオンの固定化性能が大幅に向上することが確認された.
- (3) 前述の効果は一般のプレキャスト製品の養生方法である気中養生の場合に顕著である.

参考文献

- 1) 中村信行ほか: 高炉水砕スラグを用いたコンクリートの耐久性, コンクリート工学年次論文集 No. 11.
- 2) 横川尚生ほか: モルタルの遮塩性に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響に関する研究, 土木学会第 73 回年次学術講演会論文集.

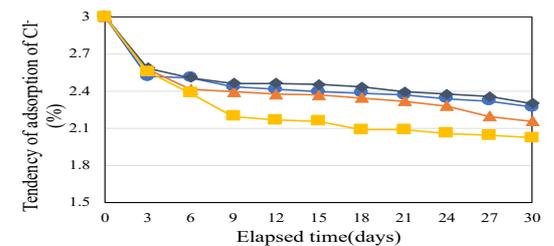


図-5 Tendency of adsorption of Cl⁻ (Water Cured)

表-4 Influence of slag properties on mortar performance

	Water cured			Steam cured		
	Strength + Compressive Strength	Chloride damage		Strength + Compressive Strength	Chloride damage	
		Salt Shielding	Immobilization capacity		Salt Shielding	Immobilization capacity
Crushing method	+	+	+	+	++	+
Basicity	+++	+	++	+	+++	++